

(12) NACH DEM VEREIN ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

10/531334

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/039491 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B01J 19/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010278

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. September 2003 (16.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 50 420.2 30. Oktober 2002 (30.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): BASF COATINGS AG [DE/DE]; Glasuritstr. 1,
48165 Münster (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAGEMEISTER,

Edeltraud [DE/DE]; Am Fiskediek 31, 48268 Greven
(DE). JUNG, Werner-Alfons [DE/DE]; Uhrwerkerstr. 55,
59387 Ascheberg (DE). RINK, Heinz-Peter [DE/DE];
Lohöfenerweg 44, 48153 Münster (DE). MORITZ,
Hans-Ulrich [DE/DE]; Am Irmenhof 4, 21227 Bendes-
dorf (DE). CONRAD, Iris [DE/DE]; Behringstr. 129,
22763 Hamburg (DE). CHENG, Tsung-Chieh [CN/DE];
In den Mahden 16, 64646 Heppenheim (DE). VENS,
Thomas [DE/DE]; Bahnhofsallee 2, 46342 Velen (DE).

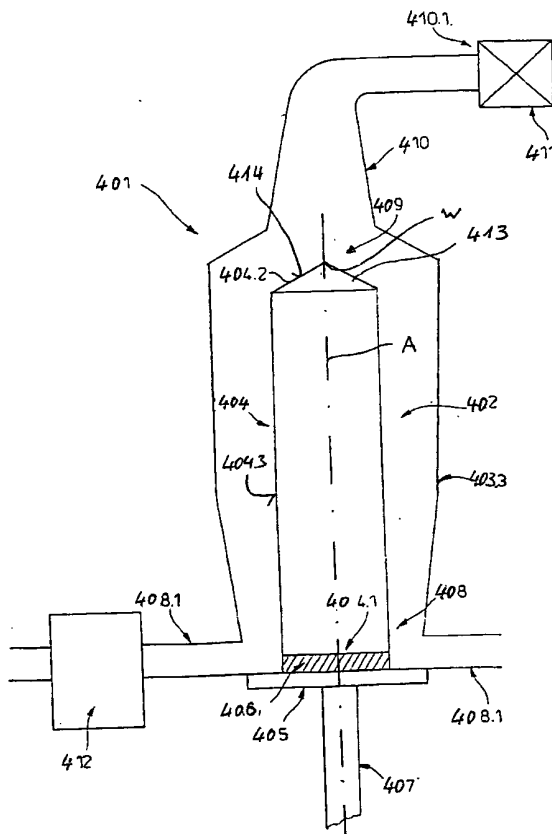
(74) Anwalt: FITZNER, Uwe; Lintorfer Str. 10, 40878 Ratin-
gen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TAYLOR REACTOR FOR SUBSTANCE TRANSFORMATION

(54) Bezeichnung: TAYLORREAKTOR FÜR STOFFUMWANDLUNGEN



(57) Abstract: The invention relates to a Taylor reactor. In the first embodiment, the housing of said reactor (401) and/or the rotor (404) thereof are constructed in such a way that the cross section area of a reaction volume initially increases between an input and output, and afterwards, stops to increase in the direction of the output at least on one part of the rotor length. In the second embodiment, which can be used widely than the first embodiment, the end of the rotor on the front face thereof is constructed in such a way that the reaction volume exits to the output, at least significantly without dead volume.

(57) Zusammenfassung: Bei dem Taylorreaktor sind gemäß einer ersten Alternative der Erfindung das Reaktorgehäuse (401) und/oder der Rotor (404) derart ausgestaltet, dass der Querschnitt des Reaktionsvolumens vom Einlass zum Auslass zumindest zunächst ansteigt, der Anstieg in Richtung des Auslasses zumindest über einen Teil der Länge des Rotors abnimmt. Gemäß einer zweiten Alternative der Erfindung, die auch zusätzlich zu der ersten Anwendung finden kann, ist das stirnseitige Ende des Rotors derart ausgebildet, dass das Reaktionsvolumen zumindest im wesentlichen totvolumenfrei in den Auslass mündet.

WO 2004/039491 A1

BEST AVAILABLE COPY



KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Taylorreaktor für Stoffumwandlungen

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Taylorreaktor für physikalische und/oder chemische Stoffumwandlungen, in deren Verlauf eine
5 Erhöhung der Viskosität des Reaktionsmediums eintritt. Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein neues Verfahren zur Stoffumwandlung mittels des Taylorreaktors sowie die Verwendung der nach dem neuen Verfahren hergestellten Stoffe.

10 Taylorreaktoren, die der Umwandlung von Stoffen unter den Bedingungen der Taylor-Wirbelströmung dienen, sind seit langem bekannt. Sie bestehen in ihrer ursprünglichen Ausführungsform aus zwei koaxialen, konzentrisch angeordneten Zylindern, von denen der äußere feststehend ist und der innere rotiert. Als Reaktionsraum dient das
15 Volumen, das zwischen der inneren Umfangsfläche des äußeren Zylinders und der äußeren Umfangsfläche des inneren Zylinders gebildet wird. Mit zunehmender Winkelgeschwindigkeit des inneren Zylinders treten eine Reihe unterschiedlicher Strömungsformen auf, die durch eine dimensionslose Kennzahl, die sogenannte Taylor-Zahl Ta , charakterisiert
20 sind. Die Taylor-Zahl ist zusätzlich zur Winkelgeschwindigkeit des den Rotor bildenden inneren Zylinders auch noch abhängig von der kinematischen Viskosität des Fluids im Reaktionsvolumen und von den geometrischen Parametern, dem äußeren Radius des Innenzylinders R_i , dem inneren Radius des Außenzylinders, gemäß der folgenden Formel:

25

$$Ta = \omega_i r_i d \nu^{-1} (d/r_i)^{1/2} \quad (I)$$

mit $d = r_a - r_i$.

Bei niedriger Winkelgeschwindigkeit bildet sich die laminare Couette-
30 Strömung, eine einfache Scherströmung, aus. Wird die Rotationsgeschwindigkeit des Innenzylinders weiter erhöht, treten

oberhalb eines kritischen Werts abwechselnd entgegengesetzt rotierende (kontrarotierende) Wirbel mit Achsen längs der Umfangsrichtung auf. Diese sogenannten Taylor-Wirbel sind rotationssymmetrisch, besitzen die geometrische Form eines Torus (Taylor-Wirbelringe) und haben einen Durchmesser, der annähernd so groß ist wie die Spaltbreite. Zwei benachbarte Wirbel bilden ein Wirbelpaar oder eine Wirbelzelle.

Dieses Verhalten beruht darauf, dass bei der Rotation des Innenzylinders mit ruhendem Außenzylinder die Fluidpartikel nahe des Innenzylinders einer stärkeren Zentrifugalkraft ausgesetzt sind als diejenigen, die weiter vom inneren Zylinder entfernt sind. Dieser Unterschied der wirkenden Zentrifugalkräfte drängt die Fluidpartikel vom Innen- zum Außenzylinder. Der Zentrifugalkraft wirkt die Viskositätskraft entgegen, da bei der Bewegung der Fluidpartikel die Reibung überwunden werden muß. Nimmt die Rotationsgeschwindigkeit zu, dann nimmt auch die Zentrifugalkraft zu. Die Taylor-Wirbel entstehen, wenn die Zentrifugalkraft größer als die stabilisierende Viskositätskraft wird.

Wird der Taylorreaktor mit einem Zu- und Ablauf versehen und kontinuierlich betrieben, resultiert eine Taylor-Wirbelströmung mit einem geringen axialen Strom. Dabei wandert jedes Wirbelpaar durch den Spalt, wobei nur ein geringer Stoffaustausch zwischen benachbarten Wirbelpaaren auftritt. Die Vermischung innerhalb solcher Wirbelpaare ist sehr hoch, wogegen die axiale Vermischung über die Paargrenzen hinaus nur sehr gering ist. Ein Wirbelpaar kann daher als gut durchmischter Rührkessel betrachtet werden. Das Strömungssystem verhält sich somit wie ein ideales Strömungsrohr, indem die Wirbelpaare mit konstanter Verweilzeit wie ideale Rührkessel durch den Spalt wandern.

Ändert sich aber die Viskosität v des Fluids mit fortschreitender Umwandlung in axialer Durchflussrichtung so stark, wie dies bei der Polymerisation in Masse der Fall ist, verschwinden die Taylor-Wirbel oder bleiben ganz aus. Im Ringspalt ist dann noch die Couéte-
5 Strömung, eine konzentrische, laminare Schichtenströmung, zu beobachten. Hier kommt es zu einer unerwünschten Veränderung der Durchmischungs- und Strömungsverhältnisse im Taylorreaktor. Er weist in diesem Betriebszustand Strömungscharakteristika auf, die denen des laminar durchströmten Rohres vergleichbar sind, was ein erheblicher
10 Nachteil ist. So kommt es beispielsweise bei der Polymerisation in Masse zu einer unerwünscht breiten Molmassenverteilung und chemischen Uneinheitlichkeit der Polymerisate. Außerdem können aufgrund der schlechten Reaktionsführung erhebliche Mengen an Restmonomeren resultieren, welche dann aus dem Taylorreaktor ausgetragen werden
15 müssen. Es kann aber auch zur Koagulation und Ablagerung von Polymerisaten kommen, was unter Umständen sogar zum Verstopfen des Reaktors oder des Produktauslasses führen kann. Insgesamt können nicht mehr die gewünschten Produkte, wie etwa Polymerisate mit vergleichsweise enger Molmassenverteilung, erhalten werden, sondern
20 nur solche, die in ihrem Eigenschaftsprofil den Anforderungen nicht entsprechen.

Aus der DE 198 28 742 A1 ist ein Taylorreaktor bekannt, bei dem zur Lösung dieser Probleme

25

a) eine äußere Reaktorwand und ein hierin befindlicher konzentrisch angeordneter Rotor, ein Reaktorboden und ein Reaktordeckel, welche zusammen das ringspaltförmige Reaktionsvolumen definieren,

30

b) mindestens eine Vorrichtung zur Zudosierung von Edukten sowie

c) eine Vorrichtung für den Produktablauf

- vorgesehen sind, wobei sich das ringspaltförmige Reaktionsvolumen in
5 Durchflussrichtung verbreitert, insbesondere konisch verbreitert. Dadurch
vermag der bekannte Taylorreaktor das Problem der Aufrechterhaltung
der Taylorströmung bei starker Erhöhung der kinematischen Viskosität ν
im Reaktionsmedium im wesentlichen zu lösen.
- 10 Bei diesem bekannten Taylorreaktor wird das ringspaltförmige
Reaktionsvolumen durch den konzentrisch angeordneten Rotor, den
Reaktorboden und den Reaktordeckel definiert. Dies bedingt, dass der
Produktauslass seitlich am Taylorreaktor oder im Reaktordeckel
angeordnet werden muss und nicht kantenlos gestaltet werden kann. Mit
15 dieser Konfiguration kann aber ein störungsfreier Produktauslass nur
schlecht realisiert werden.

- Wegen des nachteiligen Zusammenwirkens von Strömung und
geometrischer Konfiguration vermag der bekannte Taylorreaktor zum
20 einen noch nicht alle sicherheitstechnischen und verfahrenstechnischen
Probleme, die bei der Polymerisation in Masse auftreten, zu lösen und
zum anderen ist es noch nicht möglich, den Umsatz der Monomeren so
weit zu erhöhen, dass eine weitgehende Monomerfreiheit und eine enge
Molekulargewichtverteilung und Uneinheitlichkeit des Molekulargewichts
25 der Polymerisate erzielt wird.

- Das Problem einer nicht ausreichenden Durchmischung der Edukte kann
zwar bis zu einem gewissen Umfang durch die Vorschaltung eines
Mischaggregats vor den Zulauf der Edukte gelöst werden, wie dies in der
30 deutschen Patentanmeldung DE 199 60 389 A1 beschrieben wird, indes

treten die vorstehend geschilderten Probleme bei der Polymerisation in Masse nach wie vor auf.

Aus dem amerikanischen Patent US 4,174,097 ist ein Taylorreaktor bekannt, bei dem der Rotor im Einlassbereich der Edukte drehbar gelagert ist. Der Rotor ist an seinem anderen Ende nicht gelagert, sondern endet im wesentlichen vor dem Auslassbereich, der an seiner breitesten Stelle denselben Durchmesser wie die äußere Reaktorwand hat. Der Auslassbereich verengt sich trichterförmig zu einem Auslassrohr. Der bekannte Taylorreaktor dient dem Durchmischen von Flüssigkeiten von unterschiedlicher Viskosität und elektrischer Leitfähigkeit. Ausserdem kann er der Umsetzung von Polysocyanaten mit Polyolen dienen. Inwieweit er für die Polymerisation olefinisch ungesättigter Monomere in Masse eingesetzt werden kann, geht aus dem amerikanischen Patent nicht hervor.

Bei dem bekannten Taylorreaktor erfolgen die Durchführung der Antriebswelle durch den Reaktorboden und die Verbindung mit dem Rotor im Einlassbereich der Edukte. Allerdings verbreitert sich das ringspaltförmige Reaktionsvolumen nicht in Durchflussrichtung. Zwar wird in dem amerikanischen Patent in Spalte 10, Zeilen 29 bis 33, angegeben, dass die konzentrischen Teile auch andere Konfigurationen als zylindrische haben können, beispielsweise im wesentlichen sphärische oder konische, welche Konfigurationen für die Polymerisation in Masse von besonderem Vorteil sind, wird aber nicht gelehrt.

Zwar gelang es mit den ein sich in Durchflussrichtung verbreiterndes Reaktionsvolumen aufweisenden Taylorreaktoren, die monomeren Umsätze zu erhöhen und die Bildung von Gelteilchen zu reduzieren, bei der Herstellung von Polyacrylatharzen zeigten sich Polydispersitäten >3 .

Umsätze >99 % konnten nur realisiert werden, wenn ein gewisser Gehalt an Acrylatmonomeren enthalten war.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es demnach, die Polydispersitäten bei gleichzeitiger Erhöhung der Umsätze zu reduzieren.

10 Diese Aufgabe wird durch die in den nebengeordneten Ansprüchen 1, 10 und 13 wiedergegebenen Taylorreaktoren gelöst. Wenn im folgenden von "Taylorreaktor" die Rede ist, so soll damit zum Ausdruck gebracht werden, dass in Richtung der Rotationsachse des Rotors gesehen - mit anderen Worten: in Durchflussrichtung des Reaktionsmediums -

15 zumindest über einen Teilbereich des Reaktionsvolumens Taylorwirbel während des Betriebes des Reaktors entstehen.

20 Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass mit einem Taylorreaktor, bei dem das Reaktorgehäuse und/oder der Rotor derart ausgestaltet sind, dass der Querschnitt des Reaktionsvolumens vom Einlass zum Auslass zumindest zunächst ansteigt, der Anstieg in Richtung des Auslasses - d.h. in Durchflussrichtung des Reaktionsmediums - zumindest über einen

25 Teil der Länge des Rotors jedoch abnimmt, die Polydispersitäten deutlich reduziert werden können. Eine mögliche Erklärung für diesen Effekt ist die Reduzierung oder sogar Vermeidung von Kurzschlußströmungen an den das Reaktionsvolumen begrenzenden Rändern, die entstehen können, wenn die Taylorwirbel sich nicht bis zu den Rändern erstrecken.

Unter "Kurzschlußstrom" ist somit ein Strom innerhalb des Reaktors in Durchflußrichtung der Reaktionsmedien unter teilweiser Umgehung des Mischprozesses und somit Reduzierung der Verweildauer im Reaktor, die zu geringeren Polymerisationsgraden führt, zu verstehen.

Versuche haben gezeigt, dass der erfindungsgemäß Taylorreaktor überraschenderweise für alle Stoffumwandlungen geeignet ist, bei denen sich die kinematische Viskosität ν des Reaktionsmediums in Durchflussrichtung stark änderte.

5

Vor allem ist es überraschend, dass der erfindungsgemäße Taylorreaktor und das erfindungsgemäße Verfahren die radikalische, anionische und kationische (Co)Polymerisation, Pfpfpmischpolymerisation und Blockmischpolymerisation (zusammenfassend » Polymerisation «
10 genannt) von olefinisch ungesättigten Monomeren in Masse mit Umsätzen >70 Mol% gestattet. Noch mehr überrascht, dass Umsätze >98 Mol% problemlos erzielt werden können, ohne dass es in dem erfindungsgemäßen Taylorreaktor zur Bildung von störenden Gasblasen und/oder der Ablagerung und von (Co)Polymerisaten,
15 Pfpfpmischpolymerisaten und Blockmischpolymerisaten (zusammenfassend » Polymerisate « genannt) kommt.

Des weiteren überrascht, dass der erfindungsgemäße Taylorreaktor und das erfindungsgemäße Verfahren eine besonders sichere
20 Reaktionsführung der Polymerisation in Masse gestattet, weswegen die Polymerisate sehr sicher, zuverlässig und reproduzierbar hergestellt werden können. Aufgrund der sehr niedrigen Monomergehalte der Polymerisate können sie ohne weitere Reinigung den unterschiedlichsten Anwendungszwecken zugeführt werden, ohne dass dabei
25 sicherheitstechnische, verfahrenstechnische toxikologische und ökologische Probleme und Geruchsbelästigungen auftreten.

Der erfindungsgemäße Taylorreaktor umfasst vorzugsweise ein ringspaltförmiges Reaktionsvolumen, das vorzugsweise einen
30 kreisförmigen Umfang hat. Das ring-

spaltförmige Reaktionsvolumen ist definiert durch bzw. wird gebildet von einer äußeren Reaktorwand sowie einem hierin konzentrisch angeordneten Rotor, der um die Rotationsachse rotierbar angeordnet ist.

- 5 Die äußere Reaktorwand und der Rotor weisen über die gesamte Länge des Reaktionsvolumens hinweg - im Querschnitt gesehen - einen kreisförmigen Umfang auf. Unter dem Begriff » kreisförmig « ist streng kreisförmig, oval, elliptisch oder mehr-eckig mit abgerundeten Ecken zu verstehen. Aus Gründen der einfacheren Herstellbarkeit, des einfachen
- 10 Aufbaus und der bedeutend einfacheren Aufrechterhaltung konstanter Bedingungen über die gesamte Länge des ringspaltförmigen Reaktionsvolumens hinweg ist ein streng kreisförmiger Umfang von Vorteil.
- 15 Die Innenwand der äußeren Reaktorwand und/oder die Oberfläche des Rotors kann glatt oder rauh sein, d.h. die betreffenden Flächen können eine geringe oder hohe Oberflächenrauigkeit haben. Zusätzlich oder alternativ hierzu kann die Innenwand der äußeren Reaktorwand und/oder die Oberfläche des Rotors ein reliefartiges radiales und/oder axiales,
- 20 vorzugsweise radiales, Oberflächenprofil aufweisen, wie es beispielsweise in dem amerikanischen Patent US 4,174,907 A oder dem britischen Patent GB 1 358 157 beschrieben wird. Ist ein radiales Oberflächenprofil vorhanden, ist es vorteilhafterweise in etwa oder genau so dimensioniert wie die Taylor-Wirbelringe.
- 25 Es ist jedoch von Vorteil, wenn die Innenwand der äußeren Reaktorwand und die Oberfläche des Rotors glatt und profillos sind, um tote Winkel, in denen sich Gasblasen oder Edukte, Prozessstoffe und Produkte absetzen könnten, zu vermeiden.

- Der erfindungsgemäße Taylorreaktor ist - in Längsrichtung gesehen - vertikal, horizontal oder in einer Lage zwischen diesen beiden Richtungen gelagert. Von Vorteil ist die vertikale Lagerung. Wenn der erfindungsgemäße Taylorreaktor nicht horizontal gelagert ist, kann ihn
- 5 das Reaktionsmedium entgegen der Schwerkraft von unten nach oben oder mit der Schwerkraft von oben nach unten durchströmen. Erfindungsgemäß ist es von Vorteil, wenn das Reaktionsmedium entgegen der Schwerkraft bewegt wird.
- 10 Durch Beeinflussung der Durchtrittsgeschwindigkeit des Reaktionsmediums durch den Reaktor durch Variation der Zuflussrate zum Einlass ist die Viskositätsentwicklung des Reaktionsmediums beeinflussbar. Der Reaktor ist daher für verschiedene Reaktionsgemische einsetzbar.
- 15 Erfindungsgemäß erfolgt die Abnahme des Anstiegs des Querschnitts des Reaktionsvolumens in Durchflussrichtung kontinuierlich oder diskontinuierlich, insbesondere kontinuierlich, nach geeigneten mathematischen Funktionen. Beispiele geeigneter mathematischer
- 20 Funktionen sind Geraden, mindestens zwei Geraden, die unter einem stumpfen Winkel aufeinander stoßen, Parabeln, Hyperbeln, e-Funktionen oder Kombinationen dieser Funktionen, die kontinuierlich oder diskontinuierlich, insbesondere kontinuierlich, ineinander übergehen. Vorzugsweise sind die mathematischen Funktionen Geraden, d.h. dass
- 25 sich der vorzugsweise ringspaltförmige Querschnitt des Reaktionsvolumens in Durchflussrichtung in einem ersten Abschnitt stärker konstant verbreitert als in einem zweiten Abschnitt, in dem der Querschnitt sich weniger vergrößert, vorzugsweise konstant ist. Das Ausmaß der Vergrößerung richtet sich nach dem erwarteten Anstieg der
- 30 Viskosität des Reaktionsmediums in Durchflussrichtung und kann vom

Fachmann anhand der Taylorformel I abgeschätzt und/oder anhand einfacher Vorversuche ermittelt werden.

Bei der Vergrößerung des Querschnitts des ringspaltförmigen Reaktionsvolumens können die äußere Reaktorwand zylinderförmig und der Rotor konisch geformt sein, wobei der Rotor einlassseitig den größten Durchmesser hat. Alternativ können die äußere Reaktorwand konisch geformt und der Rotor zylinderförmig sein, d.h. dass sein Querschnitt über die gesamte Rotorlänge hinweg konstant ist. Erfindungsgemäß ist es von Vorteil, wenn die äußere Reaktorwand in einem ersten einlassseitigen Bereich konisch und in einem zweiten Bereich zylindrisch geformt und der Rotor zylinderförmig ist.

Ist der Auslass axial angeordnet, d.h. mündet er in das Reaktionsvolumen in Richtung der Drehachse des Rotors, so bewirkt die Zufuhr der Edukte und/oder der Prozessstoffe die Strömung in dem Reaktionsvolumen in Richtung des Auslasses und durch den Auslass.

Bei einer weiteren konstruktiven Gestaltung eines Taylorreaktors wird auch die Strömung um die Drehachse als Triebkraft zur Abfuhr für die Reaktionsprodukte genutzt, in dem der Auslass radial beabstandet von der Drehachse in das Rotationsvolumen mündet.

Die Einmündung kann in beliebigen Winkeln zwischen der Drehachse und der durch den Auslass definierten Auslasslinie erfolgen. Bevorzugt ist es jedoch, wenn Auslasslinie und Drehachse einen Winkel zwischen 0° und 90° bilden, d.h. der Auslass quer zur Drehachse in das Rotationsvolumen einmündet.

Insbesondere dann, wenn der Auslass etwa senkrecht zur Drehachse im Einmündungsbereich verläuft, wird der Anteil der Strömung um die

Drehachse an der Treibkraft zur Abfuhr der Reaktionsprodukte maximal. Es ist dann von Vorteil, das dem Auslass benachbarte Ende nach der Art eines Pumpenrotors auszubilden, um einen möglichst starken Strom um die Drehachse in diesen Bereich zu erzeugen.

5

Dies ist ohne negative Auswirkungen auf den Reaktionsvorgang in den Reaktor möglich, da hier aufgrund der hohen Viskosität und des bereits erzielten Stoffumsatzes von ca. 99 % Taylorwirbel bzw. Reaktionsvorgänge nicht mehr erforderlich sind.

10

Im engsten Bereich des ringspaltförmigen Reaktionsvolumens befindet sich oberhalb des Reaktorbodens mindestens ein Zulauf für die Edukte, insbesondere für die olefinisch ungesättigten Monomere, sowie für geeignete Prozessstoffe, wie Katalysatoren und Initiatoren. Der Zulauf kann seitlich angeordnet oder durch den Reaktorboden gehen. Vorzugsweise sind mindestens zwei Zuläufe vorhanden, die seitlich angeordnet sind und/oder durch den Reaktorboden gehen. Gegebenenfalls können in Durchflussrichtung weitere Zuläufe vorgesehen sein, durch die weitere Edukte, Katalysatoren oder Initiatoren zudosiert werden können, so dass die Stoffumwandlungen, insbesondere die Polymerisation, mehrstufig durchgeführt werden können.

Die Edukte können dem Zulauf mit Hilfe üblicher und bekannter Verfahren und Vorrichtungen, wie Dosierpumpen, zugeführt werden. Die Vorrichtungen können mit Hilfe üblicher und bekannter mechanischer, hydraulischer, optischer und elektronischer Mess- und Regelvorrichtungen ausgestattet sein. Außerdem kann dem Zulauf eine der Mischvorrichtungen, wie sie beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung DE 199 60 389 A1, Spalte 4, Zeile 55, bis Spalte 5, Zeile 34, beschrieben werden, vorgeschaltet sein.

Bei dem erfindungsgemäßen Taylorreaktor gemäß Anspruch 10 ist ein Auslassbereich vorgesehen, der sich in Durchflussrichtung zu einem Produktablauf hin verjüngt.

5

Das stirnseitige, dem Auslass zugewandte Ende des Rotors ist derart ausgebildet, dass das Reaktionsvolumen zumindest im wesentlichen totvolumenfrei in dem Produktionsablauf mündet.

- 10 Der Auslassbereich und der Produktablauf sind durch die äußere Reaktorwand definiert.

- Die Verjüngung des Auslassbereichs kann durch die vorstehend aufgeführten mathematischen Funktionen beschrieben werden, wobei
15 Geraden bevorzugt sind. Demgemäß verjüngt sich der Auslassbereich vorzugsweise konisch. Dann ist das stirnseitige Ende des Rotors vorzugsweise kegelförmig ausgebildet, um - wie bevorzugt - zu erreichen, dass in Richtung der Achse der Querschnitt des Auslassbereichs im wesentlichen konstant ist. Hierdurch wird bewirkt,
20 dass Totvolumina vermieden werden, gleichzeitig aber kein nachteiliger Staudruck entsteht.

- Die Reaktorwand im Einlassbereich, im Bereich des ringspaltförmigen Reaktionsvolumens und im Auslassbereich sowie der Zulauf oder die
25 Zuläufe und der Produktablauf können mit einem Heiz- oder Kühlmantel ausgerüstet sein, so dass sie im Gleich- oder im Gegenstrom geheizt oder gekühlt werden können. Des weiteren kann der erfindungsgemäß Taylorreaktor übliche und bekannte mechanische, hydraulische, optische und elektronische Mess- und Regelvorrichtungen, wie Temperaturfühler,
30 Druckmesser, Durchflussmesser, optische oder elektronische Sensoren und Vorrichtungen zur Messung von Stoffkonzentrationen, Viskositäten

und anderen physikalisch chemischen Größen enthalten, die ihre Messwerte an eine Datenverarbeitungsanlage weiterleiten, die den gesamten Verfahrensablauf steuert.

- 5 Vorzugsweise ist der erfindungsgemäße Taylorreaktor druckdicht ausgelegt, so dass das Reaktionsmedium vorzugsweise unter einem Druck von 1 bis 100 bar stehen kann. Der erfindungsgemäße Taylorreaktor kann aus den unterschiedlichsten Materialien bestehen, solange diese von den Edukten und den Reaktionsprodukten nicht
10 angegriffen werden und höherem Druck standhalten. Vorzugsweise werden Metalle, vorzugsweise Stahl, insbesondere Edelstahl, verwendet.

Der erfindungsgemäße Taylorreaktor kann den unterschiedlichsten Verwendungszwecken zugeführt werden. Vorzugsweise wird er für
15 Stoffumwandlungen verwendet, bei denen sich die kinematische Viskosität ν im Reaktionsmedium in Durchflussrichtung erhöht.

Beispiele für Stoffumwandlungen, die in dem erfindungsgemäßen Taylorreaktor mit besonderen Vorteilen durchgeführt werden können,
20 sind der Aufbau oder Abbau oligomerer und hochmolekularer Stoffe, wie z. B. die Polymerisation von Monomeren in Masse, Lösung, Emulsion oder Suspension oder durch Fällungspolymerisation.

Weitere Beispiele für solche Stoffumwandlungen sind

25

- polymeranaloge Reaktionen, wie die Veresterung, Amidierung oder Urethanisierung von Polymeren, welche Seitengruppen enthalten, die für solche Reaktionen geeignet sind,
- die Herstellung olefinisch ungesättigter, mit Elektronenstrahlen
30 oder ultraviolettem Licht härtbaren Materialien,

- die Herstellung von Polyurethanharzen und modifizierten Polyurethanharzen wie acrylierten Polyurethanen,
- die Herstellung von (Poly)Harnstoffen oder modifizierten (Poly)Harnstoffen,
- 5 - der Molekulargewichtsaufbau von Verbindungen, welche mit Isocyanatgruppen terminiert sind,
- oder Reaktionen, welche zur Bildung von Mesosphasen führen, wie sie beispielsweise von Antonietti und Göltner in dem Artikel "Überstruktur funktioneller Kolloide: eine Chemie im
- 10 Nanometerbereich" in Angewandte Chemie, Band 109, 1997, Seiten 944 bis 964, oder von Ober und Wengner in dem Artikel "Polyelectrolyte-Surfactant Complexes in the Solid State: Facile Building Blocks for Self-Organizing Materials" in Advanced Materials, Band 9, Heft 1, 1997, Seiten 17 bis 31, beschrieben
- 15 werden.

Mit ganz besonderem Vorteil wird das erfindungsgemäße Verfahren für die Polymerisation von olefinisch ungesättigten Monomeren in Masse angewandt, weil hierbei die besonderen Vorteile des erfindungsgemäßen

20 Taylorreaktors besonders offen zu Tage treten.

So wird der erfindungsgemäße Taylorreaktor besonders bevorzugt für die Herstellung von chemisch einheitlich zusammengesetzten Polymerisaten und Copolymerisaten verwendet. Bei der

25 Copolymerisation kann das schneller polymerisierende Comonomere oder können die schneller polymerisierenden Comonomeren über in axialer Richtung hintereinander angeordnete Zuläufen zudosiert werden, so dass das Comonomerenverhältnis über die gesamte Länge des Reaktors hinweg konstant gehalten werden kann.

Auch für die Ppropfmischpolymerisation wird der Taylorreaktor mit besonderem Vorteil verwendet.

5 Hierbei kann das sogenannte Backbone-Polymerisat separat hergestellt und über einen separaten Zulauf oder im Gemisch mit mindestens einem Monomeren in den erfindungsgemäßen Taylorreaktor eindosiert werden.

10 Das Backbone-Polymerisat kann aber auch in einem ersten Teilstück des erfindungsgemäßen Taylorreaktors hergestellt werden, wonach über mindestens einen weiteren, in axialer Richtung versetzten Zulauf mindestens ein Monomer, welches die Ppropfäste bildet, zudosiert wird. Das Monomer kann oder die Comonomeren können dann in mindestens einem weiteren Teilstück des erfindungsgemäßen Taylorreaktors auf das Backbone-Polymerisat aufgeppropft werden. Sofern mehrere
15 Comonomere verwendet werden, können sie einzeln über jeweils einen Zulauf oder als Gemisch durch einen Zulauf oder mehrere Zuläufe zudosiert werden. Werden mindestens zwei Comonomere einzeln und nacheinander durch mindestens zwei Zuläufe zudosiert, gelingt sogar die Herstellung von Ppropfästen, welche für sich selbst gesehen
20 Blockmischpolymerisate sind, in besonders einfacher und eleganter Weise.

Selbstverständlich kann dieses vorstehend beschriebene Konzept auch der Herstellung von Blockmischpolymerisaten als solchen dienen.

25

In analoger Weise kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Taylorreaktors die Herstellung von Kern-Schale-Latices besonders einfach und elegant verwirklicht werden. So wird zunächst im ersten Teilstück des erfindungsgemäßen Taylorreaktors der Kern durch Polymerisation
30 mindestens eines Monomeren hergestellt. Über mindestens einen weiteren Zulauf wird mindestens ein weiteres Comonomer zudosiert und

die Schale in mindestens einem weiteren Teilstück auf den Kern aufpolymerisiert. In dieser Weise können mehrere Schalen auf den Kern aufgebracht werden.

- 5 Auch die Herstellung von Polymerdispersionen kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Tylorreaktors erfolgen. Beispielsweise wird mindestens ein Monomer in homogener Phase, insbesondere in Lösung, in einem ersten Teilstück des erfindungsgemäßen Taylorreaktors (co)polymerisiert, wonach über mindestens eine weitere Vorrichtung ein
- 10 Fällungsmittel zudosiert wird, wodurch die Polymerdispersion resultiert.

Bei allen Anwendungen weist der erfindungsgemäße Taylorreaktor den besonderen Vorteil einer großen spezifischen Kühlfläche auf, die eine besonders sichere Reaktionsführung gestattet.

15

- Ganz besonders bevorzugt wird der erfindungsgemäße Taylorreaktor für die kontinuierliche Herstellung von (Co)Polymerisaten, Blockmischpolymerisaten und Pfpfpmischpolymerisaten durch die radikalische, anionische oder kationische, insbesondere radikalische,
- 20 (Co)Polymerisation, Blockmischpolymerisation oder Pfpfpmischpolymerisation (Polymerisation) mindestens eines olefinisch ungesättigten Monomeren in Masse nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendet.

- 25 Beispiele geeigneter Monomeren, welche für das erfindungsgemäße Verfahren in Betracht kommen, sind acyclische und cyclische, gegebenenfalls funktionalisierte Monoolefine und Diolefine, vinylaromatische Verbindungen, Vinylether, Vinylester, Vinylamide, Vinylhalogenide, Allylether und Allylester, Acrylsäure, und
- 30 Methacrylsäure und deren Ester, Amide und Nitrile und Maleinsäure,

Fumarsäure und Itaconsäure und deren Ester, Amide, Imide und Anhydride.

- 5 Beispiele geeigneter Monoolefine sind Ethylen, Propylen, 1-Buten, 1-Penten, 1-Hexen, 1-Hepten, 1-Octen, Cyclobuten, Cyclopenten, Dicyclopenten und Cyclohexen.

Beispiele geeigneter Diolefine sind Butadien, Isopren, Cyclopentadien und Cyclohexadien.

10

Beispiele geeigneter vinylaromatischer Verbindungen sind Styrol, alpha-Methylstyrol, 2-, 3- und 4-Chlor-, -Methyl-, -Ethyl-, -Propyl- und -Butyl- und tert.-Butylstyrol und -alpha-methylstyrol.

- 15 Ein Beispiel einer geeigneten Vinylverbindung bzw. eines funktionalisierten Olefins ist Vinylcyclohexandiol.

- 20 Beispiele geeigneter Vinylether sind Methyl-, Ethyl-, Propyl-, Butyl- und Pentylvinylether, Allylmonopropoxylat sowie Trimethylolpropan-mono-, di- und -triallylether.

Beispiele geeigneter Vinylester sind Vinylacetat und -propionat sowie die Vinylester der Versätsäure und anderer quartärer Säuren.

- 25 Beispiele geeigneter Vinylamide sind N-Methyl-, N,N-Dimethyl-, N-Ethyl-, N-Propyl-, N-Butyl-, N-Amyl-, N-Cyclopentyl- und N-Cyclohexylvinylamid sowie N-Vinylpyrrolidon und -epsilon-caprolactam.

Beispiele geeigneter Vinylhalogenide sind Vinylfluorid und -chlorid.

30

Beispiele geeigneter Vinylidenhalogenide sind Vinylidenfluorid und -chlorid.

Beispiele geeigneter Allylether sind Methyl-, Ethyl-, Propyl-, Butyl-,
5 Pentyl-, Phenyl- und Glycidylmonoallylether.

Beispiele geeigneter Allylester sind Allylacetat und -propionat.

Beispiele geeigneter Ester der Acrylsäure und Methacrylsäure sind
10 Methyl-, Ethyl-, Propyl-, n-Butyl-, Isobutyl-, n-Pentyl-, n-Hexyl-, 2-Ethyl-
hexyl-, Isodecyl-, Decyl-, Cyclohexyl-, t-Butylcyclohexyl-, Norbonyl-,
Isobornyl-, 2- und 3-Hydroxypropyl-, 4-Hydroxybutyl-,
Trimethylolpropanmono-, Pentaerythritmono- und Glycidyl(meth)-
acrylat. Ausserdem kommen noch die Di-, Tri- und Tetra(meth)acrylate
15 von Ethylenglykol, Di-, Tri- und Tetraethylenglykol, Propylenglykol,
Dipropylenglykol, Butylenglykol, Dibutylenglykol, Glycerin,
Trimethylolpropan und Pentaerythrit in Betracht. Allerdings werden sie
nicht allein, sondern immer in untergeordneten Mengen gemeinsam mit
den monofunktionellen Monomeren verwendet.

20

Beispiele geeigneter Amide der Acrylsäure Methacrylsäure sind
(Meth)Acrylsäureamid sowie (Meth)Acrylsäure-N-methyl-, -N,N-dimethyl-,
-N-ethyl-, -N-propyl-, -N-butyl-, -N-amyl-, -N-cyclopentyl- und -N-
cyclohexylamid.

25

Beispiele geeigneter Nitrile sind Acrylnitril und Methacrylnitril.

Beispiele geeigneter Ester, Amide, Imide und Anhydride der
Maleinsäure, Fumarsäure und Itaconsäure sind Maleinsäure-,
30 Fumarsäure- und Itaconsäuredimethyl-, -diethyl-, -dipropyl- und -
dibutylester, Maleinsäure-, Fumarsäure- und Itaconsäurediamid,

Maleinsäure-, Fumarsäure- und Itaconsäure-N,N'-dimethyl-, -N,N,N',N'-tetramethyl-, -N,N'-diethyl-, -N,N'-dipropyl-, -N,N'-dibutyl-, -N,N'-diamyl-, -N,N'-dicyclopentyl- und -N,N'-dicyclohexylamid, Maleinsäure-, Fumarsäure- und Itaconsäureamid und Maleinsäure-, Fumarsäure- und Itaconsäure-N-methyl-, -N-ethyl-, -N-propyl-, -N-butyl-, -N-amyl-, -N-cyclopentyl- und -N-cyclohexylimid sowie Maleinsäure-, Fumarsäure- und Itaconsäureanhydrid.

Die vorstehend beschriebenen Monomeren können radikalisch, kationisch oder anionisch polymerisiert werden. Vorteilhafterweise werden sie radikalisch polymerisiert. Hierzu können die üblichen und bekannten anorganischen Radikalstarter oder Initiatoren wie Wasserstoffperoxid oder Kaliumperoxodisulfat oder die üblichen und bekannten organischen Radikalstarter oder Initiatoren wie Dialkylperoxide, z. B. Di-tert.-Butylperoxid, Di-tert.-Amylperoxid und Dicumylperoxid; Hydroperoxide, z. B. Cumolhydroperoxid und tert.-Butylhydroperoxid; Perester, z. B. tert.-Butylperbenzoat, tert.-Butylperpivalat, tert.-Butylper-3,5,5-trimethylhexanoat und tert.-Butylper-2-ethylhexanoat; Bisazoverbindungen wie Azobisisobutyronitril; oder C-C-Starter wie 2,3-Dimethyl-2,3-diphenyl-butan oder -hexan verwendet werden. Es kommt indes auch Styrol in Betracht, das Polymerisation auch ohne Radikalstarter thermisch initiiert.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird mindestens eines der vorstehend beschriebenen Monomere über einen seitlichen Zulauf in den Einlassbereich des erfindungsgemäßen Taylorreaktors dosiert. Vorzugsweise werden mindestens einer der vorstehend beschriebenen Radikalstarter oder Initiatoren vorzugsweise zusammen mit mindestens einem Monomeren über einen weiteren seitlichen Zulauf zudosiert.

Das Monomer oder die Monomeren werden in dem Reaktionsvolumen zumindest teilweise unter den Bedingungen der Taylorströmung polymerisiert. Das resultierende flüssige Polymerisat wird aus dem ringspaltförmigen Reaktionsvolumen in den Auslassbereich und von da
5 aus in den Produktablauf gefördert und über das Druckhalteventil ausgetragen.

Vorzugsweise sind bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in einem Teil des ring-
10 spaltförmigen Reaktionsvolumens oder im ganzen ringspaltförmigen Reaktionsvolumen, insbesondere im ganzen ringspaltförmigen Reaktionsvolumen, die Bedingungen für die Taylorströmung erfüllt.

Die Temperatur des Reaktionsmediums kann bei dem
15 erfindungsgemäßen Verfahren breit variieren und richtet sich insbesondere nach dem Monomeren mit der niedrigsten Zersetzungstemperatur, nach der Temperatur, bei der die Depolymerisation einsetzt, sowie nach der Reaktivität des oder der Monomeren und der Initiatoren. Vorzugsweise die Polymerisation bei
20 Temperaturen von 100 bis 200, bevorzugt 130 bis 180 und insbesondere 150 bis 180 °C durchgeführt.

Die Polymerisation kann unter Druck durchgeführt werden. Vorzugsweise liegt der Druck bei 1 bis 100, bevorzugt 1 bis 25 und insbesondere 1 bis
25 15 bar.

Die Durchlaufzeit kann breit variieren und richtet sich insbesondere nach der Reaktivität der Monomeren und der Größe, insbesondere der Länge, des erfindungsgemäßen Taylorreaktors. Vorzugsweise liegt die
30 Durchlaufzeit bei 15 Minuten bis 2 Stunden, insbesondere 20 Minuten bis 1 Stunde.

Es ist ein ganz besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Taylorreaktors und des erfindungsgemäßen Verfahrens, dass der Umsatz der Monomeren >70 Mol% ist. Überraschenderweise können Umsätze >80 , bevorzugt >90 , besonders bevorzugt >95 , ganz besonders bevorzugt >98 und insbesondere $>98,5$ Mol% problemlos erzielt werden. Dabei kann sich, wie dies bei der Polymerisation in Masse üblich ist, die kinematische Viskosität ν mindestens verzehnfachen, insbesondere mindestens verhundertfachen.

10

Das Molekulargewicht der mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Polymerisate kann breit variieren und ist im wesentlichen nur durch die maximale kinematische Viskosität ν bei der der erfindungsgemäße Taylorreaktor die Bedingungen der Taylorströmung aufrechterhalten kann, begrenzt. Vorzugsweise liegen die zahlenmittleren Molekulargewichte der in erfindungsgemäßer Verfahrensweise hergestellten Polymerisate bei 800 bis 50.000, bevorzugt 1.000 bis 25.000 und insbesondere 1.000 bis 10.000 Dalton. Vorzugsweise ist die Uneinheitlichkeit des Molekulargewichts <10 , insbesondere <8 .

20

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

25 Fig. 1 - schematisch - ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Taylorreaktors gemäß der ersten Alternative der Erfindung im Längsschnitt;

30 Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Taylorreaktors gemäß der ersten Alternative der Erfindung in einer Fig. 1 entsprechenden Darstellung;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Taylorreaktors gemäß der zweiten Alternative der Erfindung in einer Fig. 1 entsprechenden Ansicht;

5

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Taylorreaktors, bei dem beide Alternativen der Erfindung verwirklicht sind, in einer Fig. 1 und 2 entsprechenden Ansicht.

10 Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Taylorreaktors gemäß der dritten Alternative der Erfindung in einer Fig. 1 entsprechenden Ansicht sowie

Fig. 6 einen Schnitt entlang Schnittlinie VI – VI in Fig. 5

15

Der in Fig. 1 als Ganzes mit 100 bezeichnete Taylorreaktor umfasst ein Reaktorgehäuse 103, dessen gemäß der Darstellung in Fig. 1, die der normalen Betriebsstellung des Taylorreaktors 100 entspricht, unterer Bereich als Einsatzbereich 108 ausgebildet ist. In diesen münden zwei
20 seitlich einander gegenüberliegende Einlässe 108.1, durch die Edukte und/oder Prozessstoffe dem Reaktionsvolumen 102 zugeführt werden können, das zwischen der äußeren Umfangsfläche 104.3 eines zylinderförmigen Rotors 104 und der inneren Umfangsfläche 103.1 des Reaktorgehäuses 103 gebildet ist.

25

Der sich an den Einlassbereich 108 anschließende Teil 103.2 des Reaktorgehäuses 103 ist bis zur Stelle 103.3 sich nach oben hin konisch erweiternd ausgestaltet, so dass der Querschnitt des Reaktionsvolumens 102 in dem Teil 103.2 ansteigt. An die Stelle 103.3 schließt sich nach
30 oben ein zylindrischer Teil 103.4 des Reaktorgehäuses 103 an, der sich bis über die obere Stirnseite 104.2 des Rotors 104 hinaus erstreckt. An

dem zylindrischen Teil 103.4 schließt sich ein trichterförmig zulaufender Auslassbereich 109 an, der in einen Auslass 110 mündet, der dem Austrag der Reaktionsprodukte dient. Dem Auslass 110 ist ein Druckhalteventil 111 nachgeschaltet, mit dem die Reaktionsmedien im Reaktionsvolumen unter einem vorbestimmbaren Druck gehalten werden können.

Der Rotor 104 ist an der in Fig. 1 unten dargestellten, einlassseitigen Stirnwandung 105 um eine Achse A rotierbar gelagert. Zur Einleitung eines die Rotation bewirkenden Drehmoments in den Rotor 104 dient eine durch die Stirnwandung 105 hindurchgeleitete Antriebswelle 107, die mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten Drehantrieb - beispielsweise einem Elektromotor - verbunden ist. Der Abdichtung des Reaktionsvolumens 102 im Bereich des Durchtritts der Antriebswelle 107 durch die Stirnwandung 105 dient eine Gleitringdichtung 106, die zwischen den in der Zeichnung unten dargestellten Ende 104.1 des Rotors 104 und der Stirnwandung 105 angeordnet ist.

Zwecks Vormischung der dem Reaktionsvolumen zugeführten Edukte und/oder Prozessstoffe können ein oder mehrere Einlässe mit Mischvorrichtungen 112 ausgestattet sein.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, bewirkt die Gestaltung des Reaktorgehäuses 103 und des Rotors 104, dass der Querschnitt des Reaktionsvolumens vom Einlass zum Auslass gesehen in dem Reaktorgehäuseteil 103.2 zunächst ansteigt, der Anstieg ab der Stelle 103.3 jedoch - in dem dargestellten Ausführungsbeispiel auf den Wert 0 - zum Auslass in dem zylindrischen Gehäuseteil 103.4 abnimmt.

Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel stimmt in seiner technischen Ausgestaltung in weiten Teilen mit denjenigen gemäß Fig. 1

überein. Um Wiederholungen zu vermeiden, sollen im folgenden lediglich die Unterschiede erläutert werden. Dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 entsprechende Bauteile sind mit um 100 erhöhte Bezugsziffern versehen.

5

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Reaktorgehäuse 203 bis zum Auslassbereich 209 sich konisch erweiternd ausgebildet. Um die erfindungsgemäße Abnahme des Anstiegs des Querschnitts des Reaktionsvolumens des Auslasses zu bewirken, weist der in seinem gemäß Fig. 2 unteren Bereich zylindrisch ausgebildete Rotor 204 eine Stelle 204.3 auf, ab der er in einen sich zum Auslassbereich 209 konisch erweiternden Bereich 204.4 übergeht. Die Konizität entspricht derjenigen des Reaktorgehäuses 203, so dass der Querschnitt des Reaktionsvolumens ab der Stelle 204 bis zum oberen Ende des Rotors konstant bleibt.

15

Bei dem in Fig. 3 dargestellten, als Ganzes mit 301 bezeichneten Taylorreaktor, der ein Ausführungsbeispiel gemäß der zweiten Alternative der Erfindung ist, sei wiederum nur auf die Unterschiede zu dem Taylorreaktor gemäß Fig. 1 eingegangen. Es sei erneut auf die Beschreibung zu Fig. 1 hingewiesen, wobei die entsprechende Bauteile in Fig. 3 mit um 200 erhöhten Bezugszeichen versehen sind.

20

Das Reaktorgehäuse 303 des Taylorreaktors 301 ist vom Einlassbereich 308 bis zum Auslassbereich 309 sich konisch erweiternd ausgebildet. Der Rotor 304 weist eine zylindrische Gestalt auf, die an der Stelle 304.3 in einen Kegel 313 übergeht. Der Kegelwinkel α ist so gewählt, dass die Kegelfläche 314 parallel zu der den Auslassbereich 309 begrenzenden Wandung 303.4 des Reaktorgehäuses 303 verläuft. Auf diese Weise wird erzielt, dass das Reaktionsvolumen zumindest im wesentlichen totvolumenfrei in den Auslass 310 mündet. Hierdurch wird wirksam

25

30

vermieden, dass sich oberhalb des Rotors 304 Teile des Reaktionsmediums ablagern, was zu einer unerwünschten, weiteren Polymerisierung durch Verlängerung der Verweildauer im Reaktor führen würde.

5

Fig. 4 zeigt ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Taylorreaktors, bei dem beide Alternativen der Erfindung verwirklicht sind. Der nun mit 401 bezeichnete Taylorreaktor umfasst ein Reaktorgehäuse 403, das demjenigen in Fig. 1 dargestellten entspricht. Der Rotor 404 ist - wie auch derjenige in Fig. 3 - an seinem
10 oberen Ende mit einem Kegel 413 versehen.

Bei dieser besonders bevorzugten Ausführungsform werden somit einerseits Kurzschlussströme in dem Reaktionsvolumen 402, als auch
15 die Ausbildung von Toträumen im Auslassbereich 409 vermieden.

20

25

30

5

Ansprüche:

1. Taylorreaktor (101, 201, 301, 401),
mit einem Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403),
mit einem in dem von dem Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403)
10 umschlossenen Volumen angeordneten, um eine Achse
rotierbaren Rotor (104, 204, 304, 404),
mit einem zwischen der inneren Umfangsfläche des
Reaktorgehäuses (103, 203, 303, 403) und der
Aussenumfangsfläche (104.3, 204.3, 304.3, 404.3) des Rotors
15 (104, 204, 304, 404) gebildeten Reaktionsvolumen (102, 202, 302,
402),
mit mindestens einem Einlass (108.1, 208.1, 308.1, 408.1) für die
Edukte und/oder Prozessstoffe, und mit mindestens einem
Auslass (110, 210, 310, 410) für die Reaktionsprodukte, der in
20 Richtung der Achse (A) von dem Einlass (108.1, 208.1, 308.1,
408.1) beabstandet angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403) und/oder der
Rotor (104, 204, 304, 404) derart ausgestattet sind, dass der
Querschnitt des Reaktionsvolumens (102, 202, 302, 402) von dem
25 Einlass (108.1, 208.1, 308.1, 408.1) zum Auslass (110, 210, 310,
410) zunächst ansteigt, der Querschnittsanstieg zumindest über
einen Teil der Länge des Rotors (104, 204, 304, 404) nicht
zunimmt.

2. Taylorreaktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (104, 204, 304, 404) konzentrisch in dem Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403) angeordnet ist.
- 5 3. Taylorreaktor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reaktionsvolumen (102, 202, 302, 402) ringspaltförmig ausgebildet ist.
- 10 4. Taylorreaktor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reaktionsvolumen (102, 202, 302, 402) einen kreisförmigen Umfang hat.
- 15 5. Taylorreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abnahme des Anstiegs des Querschnitts des Reaktionsvolumens (102, 202, 302, 402) kontinuierlich erfolgt.
- 20 6. Taylorreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abnahme des Anstiegs des Querschnitts des Reaktionsvolumens (102, 202, 302, 402) diskontinuierlich erfolgt.
- 25 7. Taylorreaktor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403) und/oder der Rotor (104, 204, 304, 404) in Richtung der Achse (A) zumindest zwei Abschnitte aufweisen, deren innere Umfangsfläche und/oder äußere Umfangsfläche zur Achse (A) verschiedene Winkel bilden.
- 30 8. Taylorreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis des Radius des Reaktorgehäuses (r_a) zum Radius des Rotors (r_i) zumindest für

einen Teil der Länge des Reaktionsvolumens (102, 202, 302, 402) <1,4 ist.

- 5 9. Taylorreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (104, 204, 304, 404) zylinderförmig ist.
- 10 10. Taylorreaktor, mit einem Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403), mit einem in dem von dem Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403) umschlossenen Volumen um eine Achse (A) rotierbar angeordneten Rotor (104, 204, 304, 404), mit einem zwischen der inneren Umfangsfläche (103.1, 203.1, 303.1, 403.1) des Reaktorgehäuses (103, 203, 303, 403) und der äußeren Umfangsfläche (104.3, 204.3, 304.3, 404.3) des Rotors (104, 204, 304, 404) gebildeten Reaktionsvolumen (102, 202, 302, 402), mit
15 mindestens einem Einlass (108.1, 208.1, 308.1, 408.1) für die Edukte und/oder Prozessstoffe, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein in einen Auslass (110, 210, 310, 410) mündender Auslassbereich (109, 209, 309, 409) vorgesehen ist, der sich in dem Reaktorgehäuse (103, 203, 303, 403) an einem stirnseitigen Ende des Rotors (104, 204, 304, 404) an das Reaktionsvolumen (102, 202, 302, 402) anschließt und zu einem Auslass (110, 210, 310, 410) verengt, und dass das stirnseitige Ende des Rotors (104, 204, 304, 404) derart ausgebildet ist, dass das Reaktionsvolumen (102, 202, 302, 402) zumindest im wesentlichen totvolumenfrei in den Auslass (110, 210, 310, 410) mündet.
20
25
- 30 11. Taylorreaktor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das stirnseitige Ende des Rotors (104, 204, 304, 404) derart ausgebildet ist, dass in Richtung der Achse (A) der Querschnitt

des Auslassbereichs (109, 209, 309, 409) zumindest im wesentlichen konstant ist.

- 5 12. Taylorreaktor nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reaktorgehäuse (1093, 203, 303, 403) derart ausgestaltet ist, dass der Auslassbereich (109, 209, 309, 409) trichterförmig und das stirnseitige Ende des Rotors (104, 204, 304, 404) kegelförmig ausgebildet sind.
- 10 13. Taylorreaktor,
mit einem Reaktorgehäuse (503),
mit einem in dem von dem Reaktorgehäuse (503) umschlossenen
Volumen um eine Achse (A) rotierbar angeordneten Rotor (504),
mit einem zwischen der inneren Umfangsfläche (503.1) des
15 Reaktorgehäuses (503) und der äußeren Umfangsfläche (504.3)
des Rotors (504) gebildeten Reaktionsvolumen (502), mit
mindestens einem Einlass (508.1) für die Edukte und/oder
Prozessstoffe und mit mindestens einem Auslass (510) für die
Reaktionsprodukte, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis
20 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass (510) radial
beabstandet von der Achse (A) in das Reaktionsvolumen (502)
mündet.
- 25 14. Taylorreaktor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass
der Auslass (510) quer, vorzugsweise senkrecht zur Achse (A) in
das Reaktionsvolumen (502) mündet.
- 30 15. Taylorreaktor nach Anspruch 13 oder 14, dadurch
gekennzeichnet, dass der dem Auslass (510) benachbarte Bereich
(B) des Rotors (504) Mittel zur Erzeugung einer Kreisströmung um
die Achse (A) umfasst.

16. Taylorreaktor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der dem Auslass (510) benachbarte Bereich (B) des Rotors (504) nach der Art eines Kreiselpumpenrotors ausgebildet ist.

5

17. Verfahren zur Umwandlung von Stoffen, bei dem die kinematische Viskosität ν des Reaktionsmediums sich in Durchflussrichtung des Reaktors erhöht, **dadurch gekennzeichnet**, dass hierfür ein Taylorreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 16 verwendet wird.

10

18. Verwendung eines Verfahrens nach Anspruch 17 für die Herstellung von Polymerisaten, Copolymerisaten, Blockpolymerisaten, Ppropfmischpolymerisaten, Polykondensations- und Polyadditionsprodukten, Kern-Schale-Latices, Polymerdispersionen, von Produkten durch polymeranaloge Reaktion, wie Veresterung, Anlierung oder Urethanisierung von Polymeren, welche Seitengruppen enthalten, die für solche Reaktionen geeignet sind, von olefinisch ungesättigten, mit Elektronenstrahlen oder ultraviolettem Licht härtbaren Materialien oder von Mesosphasen.

15

20

19. Verwendung der nach dem Verfahren gemäß Anspruch 17 hergestellten Stoffe als Komponenten von Formteilen, Folien, Beschichtungsstoffen, insbesondere Lacken, Klebstoffen und Dichtungsmassen.

25

30

Fig. 1

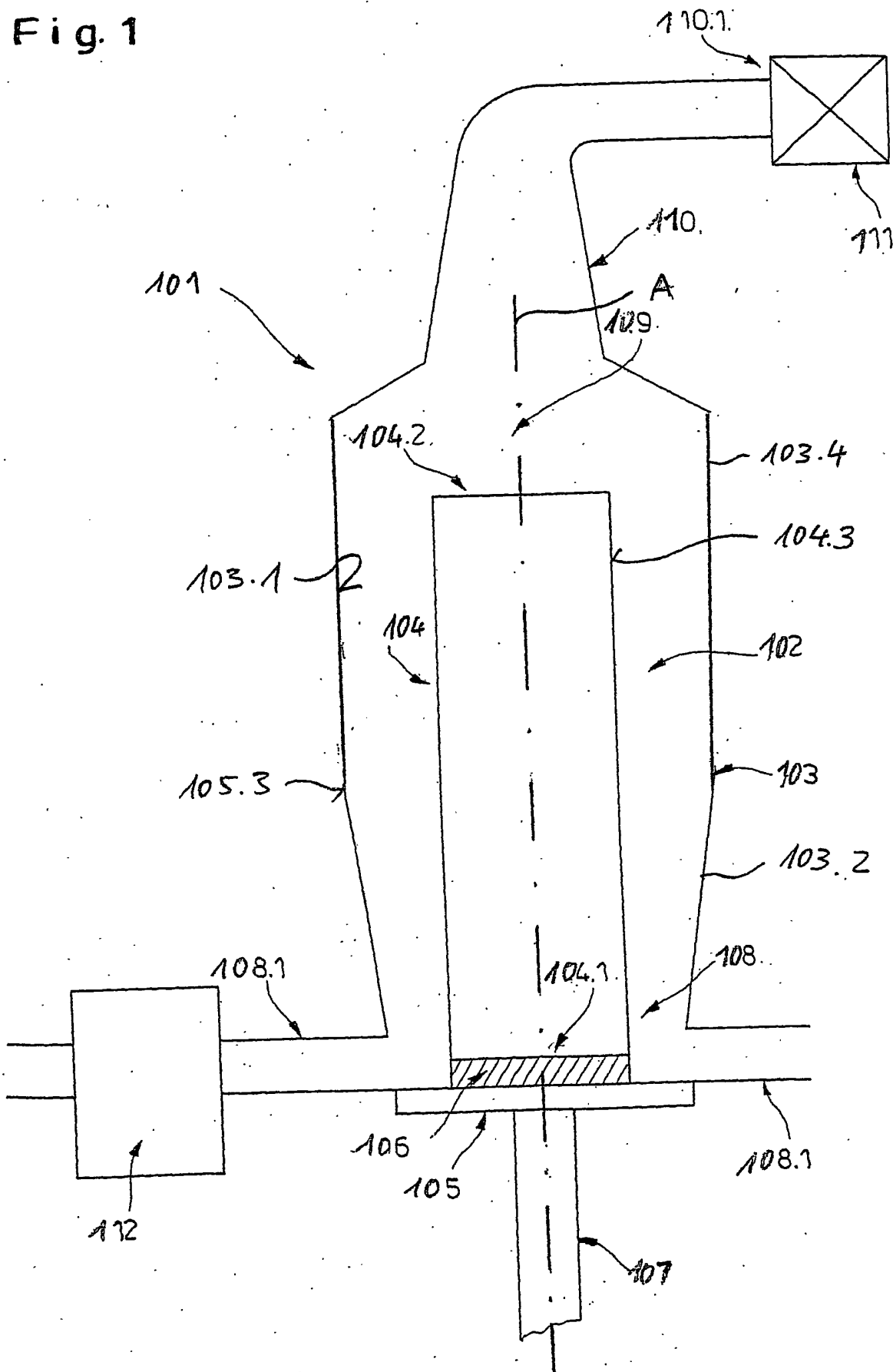
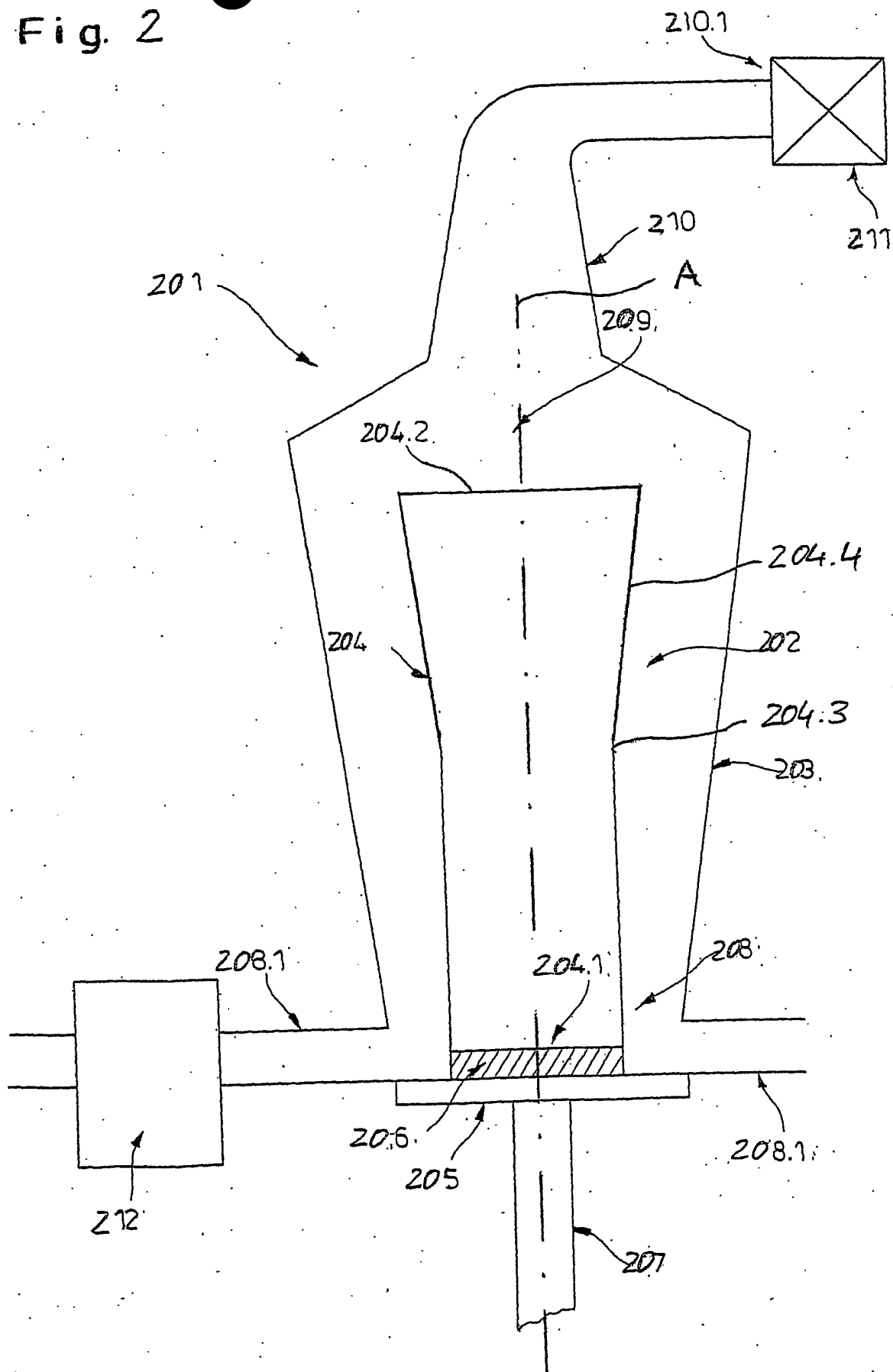


Fig. 2



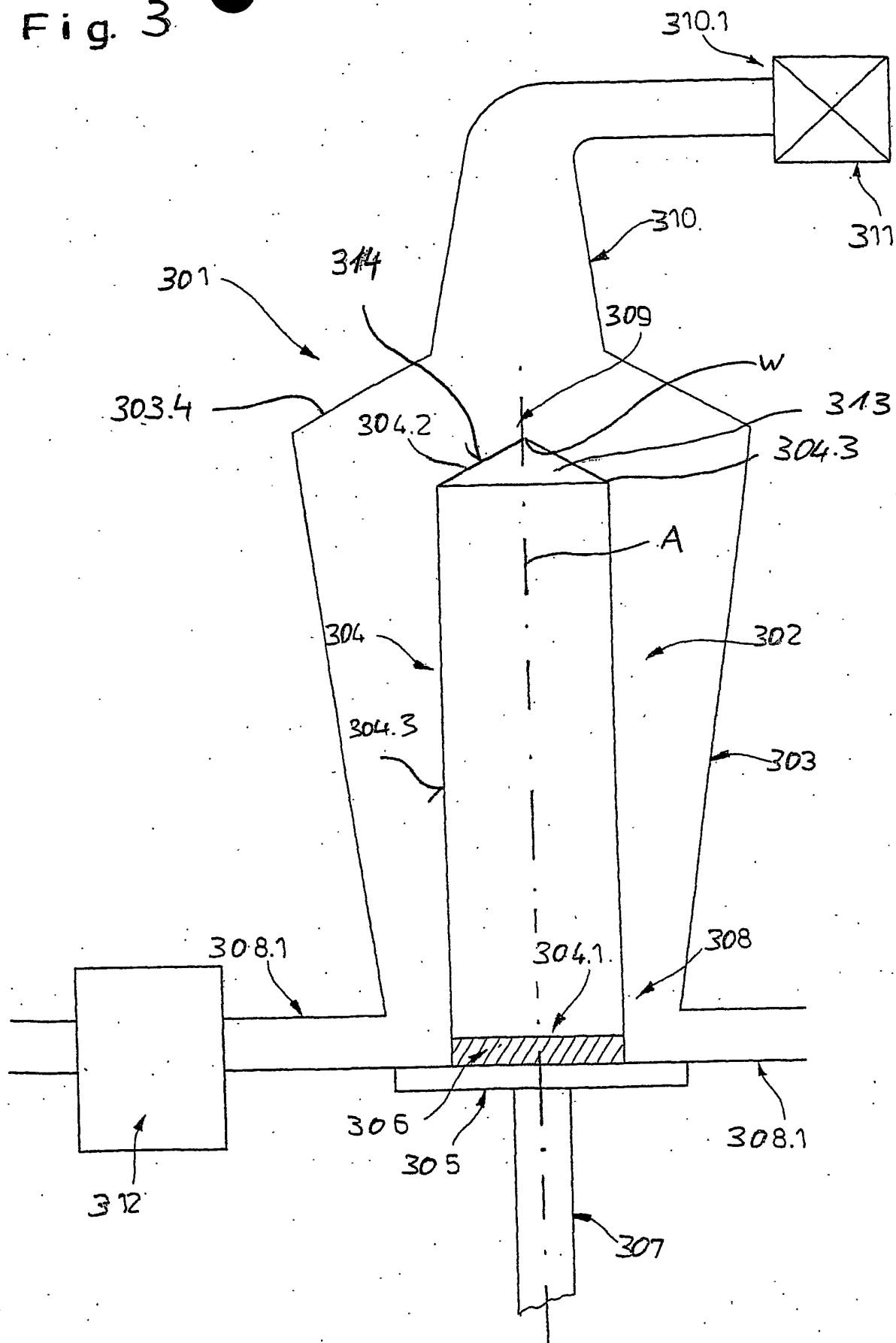


Fig. 4

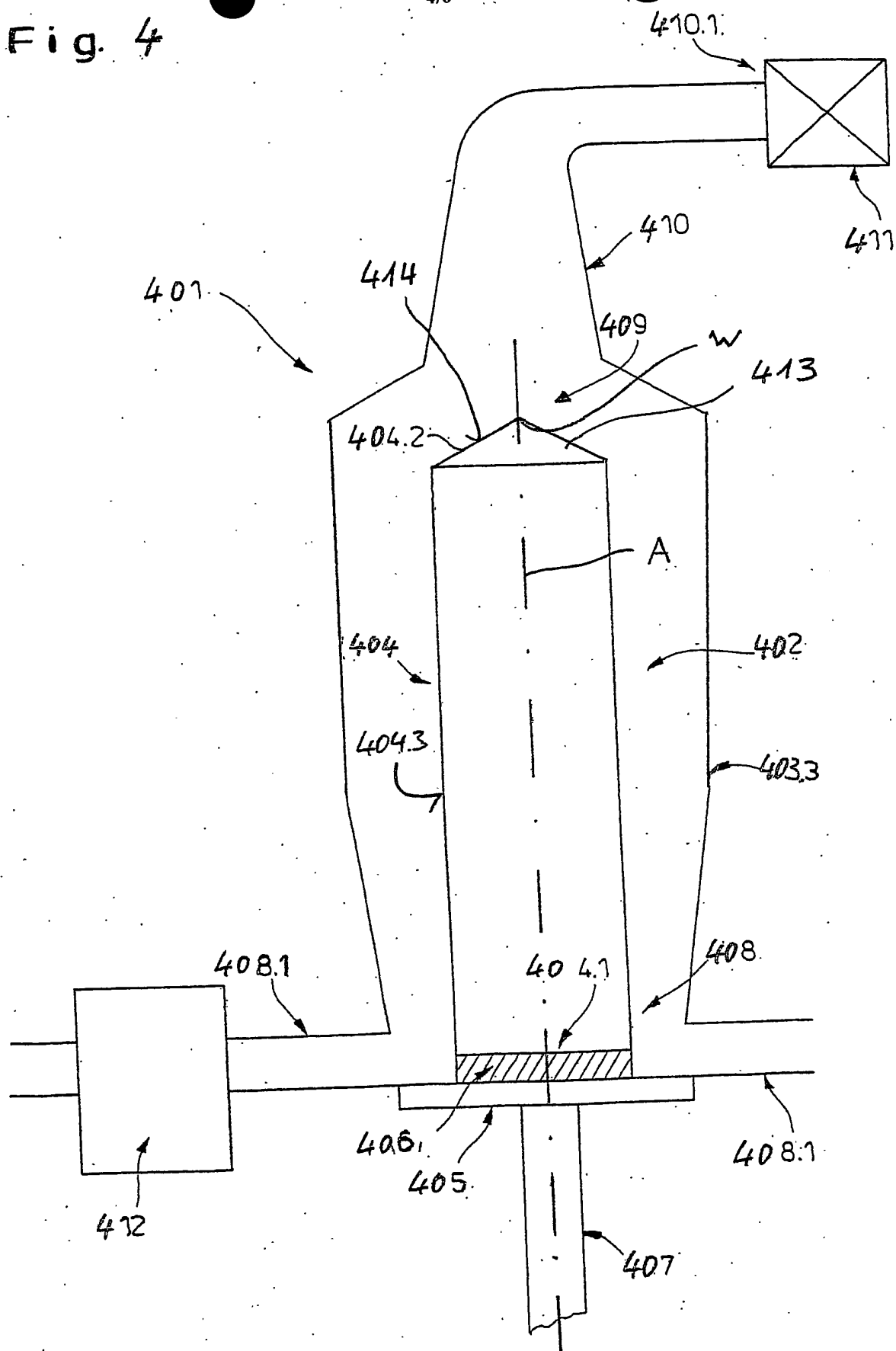


Fig. 5

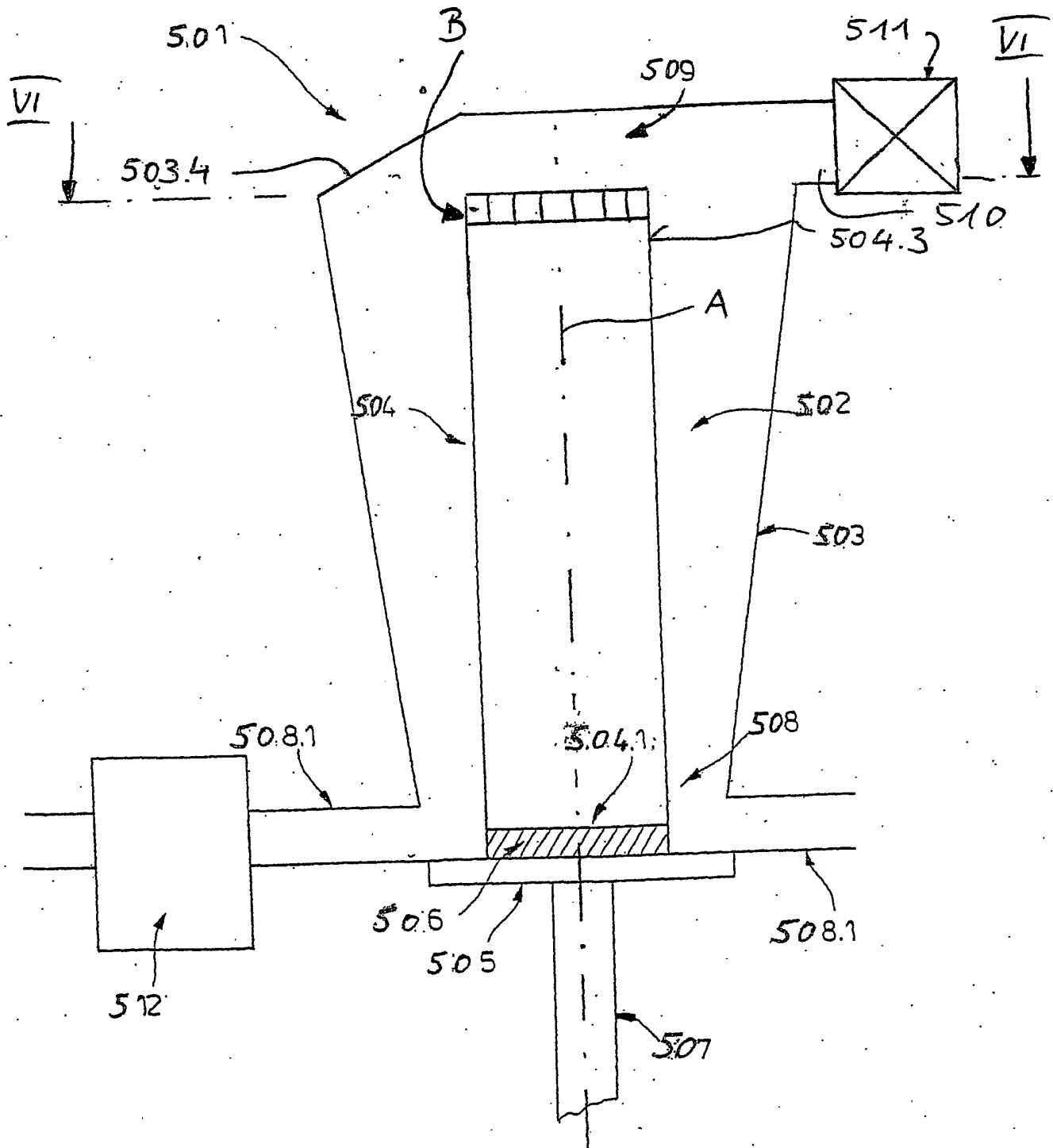
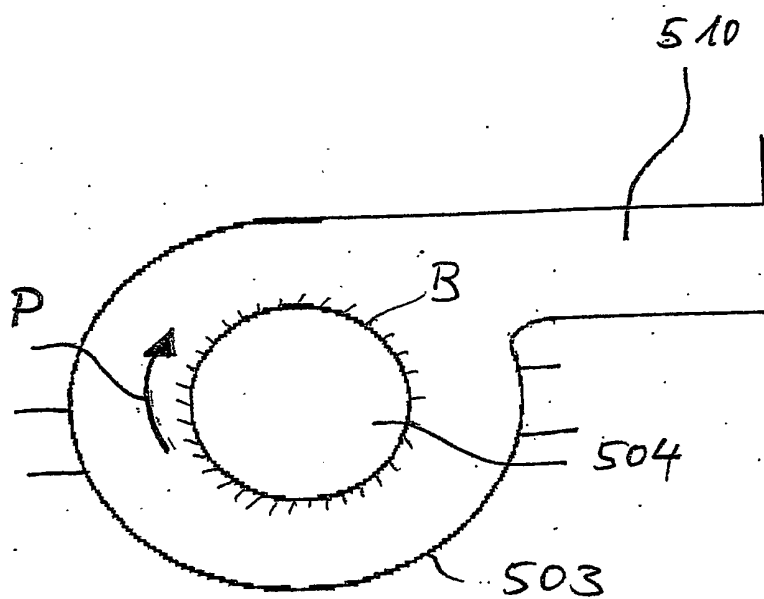


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

EP 03/10278

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B01J19/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B01J B01F C08F C08G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 28 742 A (BASF COATINGS AG) 30 December 1999 (1999-12-30) cited in the application abstract column 3, line 1 - line 42 column 5, line 58 - column 6, line 39; figure 1 ---	1-9, 17-19
X	DE 199 60 389 A (BASF COATINGS AG) 5 July 2001 (2001-07-05) cited in the application abstract column 4, line 2 - line 33 column 5, line 41 - line 54; figure 1 column 7, line 49 - column 8, line 61 --- -/--	1-9, 17-19

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 March 2004

Date of mailing of the international search report

5 April 2004 (05.04.04)

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thomasson, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

P 03/10278

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 615 425 A (JAMES GEORGE FIFE) 6 January 1949 (1949-01-06) page 2, line 12 - line 18 page 2, line 49 - line 60 page 2, line 104 - line 108; figures 3B-4B ---	1-9, 17-19
X	US 3 926 654 A (CLAES FRANS HENRI) 16 December 1975 (1975-12-16) abstract column 7, line 23 - line 30; figure 6 column 8, line 56 - line 68 column 10, line 35 - line 40; figure 11 column 7, line 30 - line 54; figure 7 ---	10-12
X	DE 33 27 137 A (KONISHIROKU PHOTO IND) 9 February 1984 (1984-02-09) abstract claim 1; figures 1-5 ---	13-16
X	WO 02 076609 A (HOANG MANH ;CERAMIC FUEL CELLS LTD (AU)) 3 October 2002 (2002-10-03) abstract page 6, line 4 - line 30; figure 1 ---	13-16
P,X	WO 03 031056 A (MEINECKE HEINRICH ;KRULL JOSEF (DE); BASF COATINGS AG (DE); JUNG W) 17 April 2003 (2003-04-17) the whole document -----	10-12
		1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 03/10278

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See supplemental sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-9 and 17-19

Taylor reactor with reaction chamber of increasing cross-section.

2. Claim 10-12

Taylor reactor with a reaction chamber that leads into the reactor outlet with no dead space.

3. Claim 13-16

Taylor reactor with an outlet that leads into the reaction chamber with radial spacing from the axis of the reactor.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/10278

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19828742	A	30-12-1999	DE 19828742 A1	30-12-1999
			BR 9911650 A	20-03-2001
			WO 0000280 A1	06-01-2000
			EP 1098697 A1	16-05-2001
			JP 2002519174 T	02-07-2002
DE 19960389	A	05-07-2001	DE 19960389 A1	05-07-2001
GB 615425	A	06-01-1949	NONE	
US 3926654	A	16-12-1975	GB 1356921 A	19-06-1974
			AR 197284 A1	29-03-1974
			BE 765029 A2	30-09-1971
			CA 950448 A1	02-07-1974
			DE 2114223 A1	23-12-1971
			DE 2116157 A1	21-10-1971
			FR 2092505 A5	21-01-1972
			FR 2093425 A5	28-01-1972
			JP 54027584 B	11-09-1979
			US 3831907 A	27-08-1974
			US 3801326 A	02-04-1974
DE 3327137	A	09-02-1984	JP 59026129 A	10-02-1984
			DE 3327137 A1	09-02-1984
WO 02076609	A	03-10-2002	WO 02076609 A1	03-10-2002
			CA 2438767 A1	03-10-2002
			EP 1370355 A1	17-12-2003
WO 03031056	A	17-04-2003	DE 10149015 A1	24-04-2003
			WO 03031056 A1	17-04-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

EP 03/10278

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B01J19/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B01J B01F C08F C08G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 28 742 A (BASF COATINGS AG) 30. Dezember 1999 (1999-12-30) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 42 Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 39; Abbildung 1	1-9, 17-19
X	DE 199 60 389 A (BASF COATINGS AG) 5. Juli 2001 (2001-07-05) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 2 - Zeile 33 Spalte 5, Zeile 41 - Zeile 54; Abbildung 1 Spalte 7, Zeile 49 - Spalte 8, Zeile 61 -/--	1-9, 17-19

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *g* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. März 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

5 April 2004 (05.04.04)

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Thomasson, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/ISA/210 03/10278

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEKÜNDIGTE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	GB 615 425 A (JAMES GEORGE FIFE) 6. Januar 1949 (1949-01-06) Seite 2, Zeile 12 - Zeile 18 Seite 2, Zeile 49 - Zeile 60 Seite 2, Zeile 104 - Zeile 108; Abbildungen 3B-4B ---	1-9, 17-19
X	US 3 926 654 A (CLAES FRANS HENRI) 16. Dezember 1975 (1975-12-16) Zusammenfassung Spalte 7, Zeile 23 - Zeile 30; Abbildung 6 Spalte 8, Zeile 56 - Zeile 68 Spalte 10, Zeile 35 - Zeile 40; Abbildung 11 ---	10-12
X	Spalte 7, Zeile 30 - Zeile 54; Abbildung 7 ---	13-16
X	DE 33 27 137 A (KONISHIROKU PHOTO IND) 9. Februar 1984 (1984-02-09) Zusammenfassung Anspruch 1; Abbildungen 1-5 ---	13-16
X	WO 02 076609 A (HOANG MANH ; CERAMIC FUEL CELLS LTD (AU)) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) Zusammenfassung Seite 6, Zeile 4 - Zeile 30; Abbildung 1 ---	10-12
P, X	WO 03 031056 A (MEINECKE HEINRICH ; KRULL JOSEF (DE); BASF COATINGS AG (DE); JUNG W) 17. April 2003 (2003-04-17) das ganze Dokument -----	1-19

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen,
daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☒ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-9, 17-19

Taylorreaktor mit ansteigendem Querschnitt des Reaktionsvolumens.

2. Ansprüche: 10-12

Taylorreaktor mit einem Reaktionsvolumen, das totvolumenfrei in den Auslass des Reaktors mündet.

3. Ansprüche: 13-16

Taylorreaktor mit einem Auslass, der radial beabstandet von der Achse des Reaktors in das Reaktionsvolumen mündet.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

EP 03/10278

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19828742	A	30-12-1999	DE 19828742 A1	30-12-1999
			BR 9911650 A	20-03-2001
			WO 0000280 A1	06-01-2000
			EP 1098697 A1	16-05-2001
			JP 2002519174 T	02-07-2002
DE 19960389	A	05-07-2001	DE 19960389 A1	05-07-2001
GB 615425	A	06-01-1949	KEINE	
US 3926654	A	16-12-1975	GB 1356921 A	19-06-1974
			AR 197284 A1	29-03-1974
			BE 765029 A2	30-09-1971
			CA 950448 A1	02-07-1974
			DE 2114223 A1	23-12-1971
			DE 2116157 A1	21-10-1971
			FR 2092505 A5	21-01-1972
			FR 2093425 A5	28-01-1972
			JP 54027584 B	11-09-1979
			US 3831907 A	27-08-1974
			US 3801326 A	02-04-1974
DE 3327137	A	09-02-1984	JP 59026129 A	10-02-1984
			DE 3327137 A1	09-02-1984
WO 02076609	A	03-10-2002	WO 02076609 A1	03-10-2002
			CA 2438767 A1	03-10-2002
			EP 1370355 A1	17-12-2003
WO 03031056	A	17-04-2003	DE 10149015 A1	24-04-2003
			WO 03031056 A1	17-04-2003

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.